

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/000077

08.1.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月 8日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-002504
[ST. 10/C]: [JP2003-002504]

出 願 人
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

REC'D 27 FEB 2004

WIPO

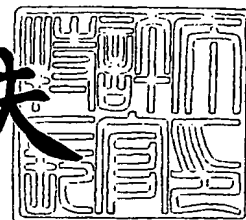
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 2002-0342
【提出日】 平成15年 1月 8日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 31/00
H01L 21/60

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 柴山 勝己

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 楠山 泰

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 林 雅宏

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線基板、及びそれを用いた放射線検出器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板であって、

放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び前記貫通孔に設けられ入力面と出力面との間を電氣的に導通して前記導電路として機能する導電性部材を有して構成され、

前記ガラス基板での前記貫通孔は、前記信号入力面から前記信号出力面へと向かう導電方向に直交する所定平面における前記貫通孔の開口が、前記信号入力面における前記貫通孔の開口の前記導電方向への延長上にある領域を除く領域内となるように形成されていることを特徴とする配線基板。

【請求項 2】 前記ガラス基板での前記貫通孔は、その中心線が前記導電方向に対して所定角度で傾いて形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の配線基板。

【請求項 3】 前記ガラス基板での前記貫通孔は、その中心線が前記導電方向に対して湾曲して形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の配線基板。

【請求項 4】 前記ガラス基板は、鉛を含有する前記ガラス材料から形成されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項記載の配線基板。

【請求項 5】 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内壁に形成されて設けられていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項記載の配線基板。

【請求項 6】 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項記載の配線基板。

【請求項 7】 前記ガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着されて一体形成されることにより複数の前記貫通孔が設けられたガラス基板であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項記載の配線基板。

【請求項 8】 入射された放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出

手段と、

前記放射線検出手段からの前記検出信号を処理する信号処理手段と、

信号入力面と信号出力面との間で前記検出信号を導く導電路が設けられた請求項 1～7 のいずれか一項記載の配線基板を有し、前記放射線検出手段及び前記信号処理手段がそれぞれ前記信号入力面及び前記信号出力面に接続された配線基板部とを備え、

前記放射線検出手段、前記配線基板部、及び前記信号処理手段は、前記配線基板での前記導電方向と略一致する所定の配列方向に沿ってこの順で配置されていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 9】 前記放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、前記シンチレータからの前記シンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有することを特徴とする請求項 8 記載の放射線検出器。

【請求項 10】 前記放射線検出手段は、入射された放射線を検出する半導体検出素子を有することを特徴とする請求項 8 記載の放射線検出器。

【請求項 11】 前記配線基板部と前記放射線検出手段、及び前記配線基板部と前記信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 8～10 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気信号を導く導電路が設けられた配線基板、及びそれを用いた放射線検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

CT用センサなどに用いられる放射線検出器として、フォトダイオードアレイなどの半導体光検出素子アレイに対して、その光入射面上にシンチレータを設置した構成の検出器がある。このような放射線検出器において、検出対象となる X

線、 γ 線、荷電粒子線などの放射線がシンチレータに入射すると、シンチレータ内で放射線によってシンチレーション光が発生する。そして、このシンチレーション光を半導体光検出素子で検出することによって、放射線が検出される。

【0003】

また、光検出素子アレイに対して、それぞれの光検出素子から出力される検出信号の信号処理を行うため、信号処理素子が設けられる。この場合、光検出素子と信号処理素子とを電氣的に接続する構成としては、様々な配線によって接続する構成や、配線基板に設けられた導電路を介して接続する構成などを用いることができる（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平8-330469号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記した放射線検出器では、通常、シンチレータに入射した放射線のうちの一部は、シンチレータ及び光検出素子アレイを透過する。これに対して、シンチレータ、光検出素子アレイ、配線基板、及び信号処理素子が、所定の配列方向に沿って配置された構成では、シンチレータ等を透過した放射線が配線基板を介して配列方向の下流側にある信号処理素子に入射してしまうという問題が生じる。このように、信号処理素子に放射線が入射すると、信号処理素子に放射線ダメージが生じ、放射線検出器の信頼性や寿命が劣化する原因となる。

【0006】

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、放射線の透過が抑制される配線基板、及びそれを用いた放射線検出器を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明による配線基板は、信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板であって、（1）

放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び貫通孔に設けられ入力面と出力面との間を電氣的に導通して導電路として機能する導電性部材を有して構成され、(2) ガラス基板での貫通孔は、信号入力面から信号出力面へと向かう導電方向に直交する所定平面における貫通孔の開口が、信号入力面における貫通孔の開口の導電方向への延長上にある領域を除く領域内となるように形成されていることを特徴とする。

【0008】

上記した配線基板においては、放射線検出器での放射線検出手段と信号処理手段との電氣的な接続などに用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔について、所定平面での開口が信号入力面での開口の延長上になく、したがって、信号入力面に直交する導電方向からみて、信号入力面から信号出力面まで貫通孔が見通せない構成としている。

【0009】

このような構成によれば、ガラス基板に貫通孔が設けられた部位であっても、導電方向からみたときに、信号入力面から信号出力面までのいずれかの位置において、放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在することとなる。これにより、放射線の透過が全体で抑制される配線基板が実現される。

【0010】

配線基板の具体的な構成としては、例えば、ガラス基板での貫通孔は、その中心線が導電方向に対して所定角度で傾いて形成されている構成がある。このような構成では、信号出力面を上記の所定平面としたときに、少なくともその面での開口が信号入力面での開口の延長上にない構成とすることができる。

【0011】

あるいは、ガラス基板での貫通孔は、その中心線が導電方向に対して湾曲して形成されている構成がある。このような構成では、信号入力面と信号出力面との間にある面を上記の所定平面としたときに、少なくともその面での開口が信号入力面での開口の延長上にない構成とすることができる。

【0012】

配線基板に用いられるガラス材料については、ガラス基板は、鉛を含有するガラス材料から形成されていることが好ましい。これにより、配線基板での放射線の透過を効果的に抑制することができる。また、放射線遮蔽機能を有する他のガラス材料からなる基板を用いても良い。

【0013】

また、配線基板における導電路の構成については、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内壁に形成されて設けられていることを特徴とする。あるいは、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする。これらの導電性部材を導電路として用いることにより、配線基板の信号入力面と信号出力面との間で、電気信号を好適に伝達することができる。

【0014】

また、配線基板でのガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着されて一体形成されることにより複数の貫通孔が設けられたガラス基板であることが好ましい。また、これ以外の構成の基板を用いても良い。

【0015】

本発明による放射線検出器は、（１）入射された放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、（２）放射線検出手段からの検出信号を処理する信号処理手段と、（３）信号入力面と信号出力面との間で検出信号を導く導電路が設けられた上記した配線基板を有し、放射線検出手段及び信号処理手段がそれぞれ信号入力面及び信号出力面に接続された配線基板部とを備え、（４）放射線検出手段、配線基板部、及び信号処理手段は、配線基板での導電方向と略一致する所定の配列方向に沿ってこの順で配置されていることを特徴とする。

【0016】

上記した放射線検出器においては、放射線検出手段と信号処理手段とを電氣的に接続して電気信号である検出信号を伝達する配線基板部として、信号入力面から信号出力面まで貫通孔が見通せない上記構成の配線基板を用いている。このような構成によれば、配線基板部のいずれの部位でも、信号入力面から信号出力面までの少なくとも一部において放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在する。

これにより、放射線の透過が全体で抑制されて、放射線ダメージによる信頼性や寿命の劣化が抑制される放射線検出器が実現される。

【0017】

放射線検出手段の構成については、放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、シンチレータからのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有する構成を用いることができる。あるいは、放射線検出手段は、入射された放射線を検出する半導体検出素子を有する構成を用いても良い。

【0018】

また、配線基板部と放射線検出手段、及び配線基板部と信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電氣的に接続されていることが好ましい。このような金属バンプ電極を電氣的接続手段として用いることにより、各部を好適に電氣的に接続することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、図面とともに本発明による配線基板、及びそれを用いた放射線検出器の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

【0020】

図1は、本発明による配線基板、及び放射線検出器の一実施形態の断面構造を示す側面断面図である。また、図2は、図1に示した配線基板、及び放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。なお、以下の各図においては、説明の便宜のため、図1及び図2に示すように、放射線が入射する方向に沿った軸を z 軸、この z 軸に直交する2軸を x 軸、 y 軸とする。ここでは、 z 軸の負の方向が、配線基板での信号入力面から信号出力面へと向かう導電方向、及び放射線検出器での各構成要素の配列方向となっている。

【0021】

図1に示した放射線検出器は、放射線検出部1と、配線基板部2と、信号処理

部 3 とを備えている。これらは、図 2 に示すように、所定の配列方向に沿って上流側（図中の上側）から下流側（下側）へとこの順で配置されている。

【0022】

放射線検出部 1 は、本放射線検出器に検出対象として入射された X 線、 γ 線、荷電粒子線などの放射線を検出し、それに対応する電気信号である検出信号を出力する検出手段である。本実施形態においては、放射線検出部 1 は、シンチレータ 10、及びフォトダイオードアレイ 15 を有して構成されている。

【0023】

シンチレータ 10 は、放射線検出部 1 の上流側部分を構成しており、その上面 10a が、本放射線検出器における放射線入射面となっている。このシンチレータ 10 は、入射面 10a から放射線が入射することにより所定波長のシンチレーション光を発生する。

【0024】

フォトダイオードアレイ（PD アレイ）15 は、放射線検出部 1 の下流側部分を構成している。この PD アレイ 15 は、シンチレータ 10 からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード（PD）が複数個配列された光検出素子アレイである。また、シンチレータ 10 の下面である光出射面 10b と、PD アレイ 15 の上面である光入射面 15a とは、シンチレーション光を透過させる光学接着剤 11 を介して光学的に接続されている。

【0025】

図 2 においては、PD アレイ 15 の構成例として、x 軸及び y 軸を配列軸として $4 \times 4 = 16$ 個のフォトダイオード 16 が 2 次元に配列されるように形成された PD アレイを示している。また、PD アレイ 15 の下面 15b は、各フォトダイオード 16 からの検出信号を出力するための信号出力面となっている。この下面 15b には、検出信号出力用の電極である 16 個のバンプ電極 17 が、各フォトダイオード 16 に対応するように 4×4 に配列されて設けられている。

【0026】

放射線検出部 1 の下流側には、配線基板部 2 が設置されている。本実施形態においては、配線基板部 2 は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導

く導電路が設けられた配線基板 20 を有して構成されている。この配線基板 20 では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。このようなガラス材料としては、例えば、鉛を含有する鉛ガラスを用いることが好ましい。

【0027】

図 3 (a) 及び (b) は、それぞれ配線基板 20 の構成を示す平面図であり、図 3 (a) はその上面である信号入力面 20 a を、また、図 3 (b) は下面である信号出力面 20 b をそれぞれ示している。

【0028】

配線基板 20 を構成するガラス基板には、入力面 20 a と出力面 20 b との間に、複数の貫通孔 20 c が形成されている。また、それぞれの貫通孔 20 c に対して、入力面 20 a と出力面 20 b との間を電氣的に導通して、導電路として機能する導電性部材 21 が設けられている。本実施形態においては、PD アレイ 15 の構成に対応して、 $4 \times 4 = 16$ 個の貫通孔 20 c 及び導電性部材 21 が設けられている。これらの貫通孔 20 c 及び導電性部材 21 は、PD アレイ 15 におけるバンプ電極 17 と同一のピッチで形成されている。

【0029】

導電性部材 21 は、具体的には、貫通孔 20 c の内部に形成された導通部 21 c と、入力面 20 a 上で貫通孔 20 c の外周部に導通部 21 c と連続するように形成された入力部 21 a と、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部に導通部 21 c と連続するように形成された出力部 21 b とから構成されている。

【0030】

また、配線基板 20 のガラス基板での貫通孔 20 c は、信号入力面 20 a から信号出力面 20 b へと向かう導電方向に直交する所定平面について、その平面における貫通孔 20 c の開口が、信号入力面 20 a における貫通孔 20 c の開口の導電方向への延長上にある領域を除く領域内となるように形成されている。図 1 に示した構成においては、具体的には、信号出力面 20 b、もしくはその近傍の面を所定平面としたときに、その面での貫通孔 20 c の断面開口が信号入力面 20 a での開口の延長上にない構成となっている。なお、配線基板 20 における導

電方向は、図2に示すように、放射線検出器における各構成要素の配列方向と略一致している。

【0031】

配線基板20の入力面20a上には、図3(a)に示すように、導電性部材21の入力部21aに加えて電極パッド22が形成されている。この電極パッド22は、PDアレイ15の出力面15b上のバンプ電極17に対応する位置に設けられている。また、電極パッド22は、配線23を介して対応する導電性部材21の入力部21aと電氣的に接続されている。これにより、PDアレイ15での検出信号を出力するフォトダイオード16は、バンプ電極17及び電極パッド22を介して、配線基板20での導電路である導電性部材21に電氣的に接続される。

【0032】

また、配線基板20の出力面20b上には、図3(b)に示すように、導電性部材21の出力部21bに加えて電極パッド24が形成されている。この電極パッド24は、後述する信号処理素子30のバンプ電極31に対応する位置に設けられている。また、電極パッド24は、配線25を介して対応する導電性部材21の出力部21bと電氣的に接続されている。また、出力面20b上には、電極パッド29が形成されている。この電極パッド29は、後述するハウジング40との接続に用いられるものである。

【0033】

配線基板部2の下流側には、信号処理部3と、ハウジング(パッケージ)40とが設置されている。本実施形態においては、信号処理部3は、放射線検出部1のPDアレイ15からの検出信号を処理するための信号処理回路が設けられた信号処理素子30からなる。

【0034】

信号処理素子30の上面上には、バンプ電極31が形成されている。このバンプ電極31は、配線基板20の出力面20b上の電極パッド24に対応する位置に設けられている。これにより、配線基板20での検出信号を伝達する導電路である導電性部材21は、その出力部21b、配線25、電極パッド24、及びバ

ンプ電極 31 を介して、信号処理素子 30 に設けられた信号処理回路に電氣的に接続される。

【0035】

また、ハウジング 40 は、放射線検出部 1、配線基板部 2、及び信号処理部 3 を一体に保持する保持部材である。このハウジング 40 は、その上面上に凹部として設けられ、信号処理素子 30 をその内部に収容する素子収容部 41 と、素子収容部 41 の外周に設けられ、バンプ電極 44 を介して配線基板 20 の電極パッド 29 に接続されるとともに、放射線検出部 1、配線基板部 2、及び信号処理部 3 を支持する支持部 42 とを有する。また、ハウジング 40 の下面には、電気信号の外部への入出力に用いられるリード 43 が設けられている。

【0036】

以上の構成において、放射線検出部 1 のシンチレータ 10 に X 線などの放射線が入射されると、シンチレータ 10 内で放射線によってシンチレーション光が発生し、光学接着剤 11 を介して PD アレイ 15 のフォトダイオード 16 へと入射する。フォトダイオード 16 は、このシンチレーション光を検出して、放射線の検出に対応する電気信号である検出信号を出力する。

【0037】

PD アレイ 15 の各フォトダイオード 16 から出力された検出信号は、対応するバンプ電極 17、配線基板 20 の導電性部材 21、及びバンプ電極 31 を順次に介して、信号処理素子 30 へと入力される。そして、信号処理素子 30 の信号処理回路において、検出信号に対して必要な信号処理が行われる。

【0038】

本実施形態による配線基板、及び放射線検出器の効果について説明する。

【0039】

図 1～図 3 に示した放射線検出器での配線基板部 2 に用いられている配線基板においては、放射線検出器での放射線検出部と信号処理部との電氣的な接続などに用いられる配線基板 20 を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、そのガラス基板に設けられる導電路の貫通孔 20c について、導電方向に直交する所定平面での開口が信号入力面 20a での開口の延長上

ないように構成されている。すなわち、信号入力面 20 a に直交する導電方向からみて、信号入力面 20 a から信号出力面 20 b まで貫通孔 20 c が見通せない構成となっている。

【0040】

このような構成によれば、配線基板 20 のうちで、ガラス基板に貫通孔 20 c が設けられた部位であっても、導電方向からみたときに、信号入力面 20 a から信号出力面 20 b までのいずれかの位置において、放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在することとなる。これにより、放射線の透過が全体で抑制される配線基板が実現される。

【0041】

また、このような配線基板を、放射線検出部 1 と信号処理部 3 とを電氣的に接続して電気信号である検出信号を伝達する配線基板部 2 に用いた放射線検出器によれば、検出信号の導電方向と略一致している放射線検出器における各構成要素の配列方向、すなわち、放射線検出器への放射線の入射方向からみたときに、配線基板部 2 のいずれの部位でも、配線基板 20 の信号入力面 20 a から信号出力面 20 b までの少なくとも一部において、放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在する。これにより、放射線の透過が配列方向からみた全体で抑制されて、放射線ダメージによる信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

【0042】

配線基板部 2 の配線基板 20 においてガラス基板に用いられるガラス材料としては、上記したように、鉛を含有するガラス材料を用いることが好ましい。鉛ガラスを用いることにより、配線基板部 2 での放射線の透過を効果的に抑制することができる。ここで、ガラス材料に含有させる鉛の量については、その放射線検出器において要求される放射線遮蔽機能の程度等に応じて適宜設定することが好ましい。また、鉛ガラス以外のガラス材料を用いても良い。

【0043】

次に、図 1 に示した配線基板部での配線基板、及びそれに用いられるガラス基板について説明する。

【0044】

配線基板 20 では、上記したように、放射線検出部 1 側の入力面 20 a と、信号処理部 3 側の出力面 20 b との間で、導電路となる導電性部材 21 を形成するための貫通孔 20 c が設けられたガラス基板が用いられている。このようなガラス基板としては、例えば、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着されて一体形成されることにより複数の貫通孔が設けられたガラス基板を用いることができる。

【0045】

図 4 は、複数の貫通孔が設けられた上記のガラス基板の一例を示す図である。なお、ここでは、複数の貫通孔を有するガラス基板の一般的な構成例について示している。このため、図 4 に示すガラス基板は、図 1 に示した放射線検出器に用いられている配線基板とは異なる形状及び構成となっている。

【0046】

図 4 (a) はガラス基板の構成を示す平面図であり、図 4 (b) はガラス基板に含まれるマルチチャンネル部材の構成を示す平面図であり、図 4 (c) はマルチチャンネル部材に含まれるガラス部材の構成を示す斜視図である。これらの図 4 (a) ~ (c) においては、配線基板での導電路となる導電性部材が形成されていない状態でのガラス基板を示している。

【0047】

ガラス基板 9 は、図 4 (a) に示すように、キャピラリー基板 90 を有している。キャピラリー基板 90 は、複数の貫通孔 93 を有するマルチチャンネル部材 92 を複数含んでいる。マルチチャンネル部材 92 は、ガラス材料からなる縁部材 91 の内側に、2 次元状に配置された状態で互いに融着されて一体形成されている。

【0048】

マルチチャンネル部材 92 は、図 4 (b) 及び (c) に示すように、両端が開口した中空状のガラス部材 95 が複数互いに融着されて一体形成されており、キャピラリー基板 90 の上面及び下面に垂直な方向からみて 4 角形状（例えば、 $1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ 程度）を呈している。また、貫通孔 93 は、その開口

部が円形状を呈している。貫通孔 93 の内径は、例えば $6\ \mu\text{m}$ 程度である。

【0049】

なお、キャピラリー基板 90 を構成している縁部材 91 及びガラス部材 95 のガラス材料としては、放射線検出器に関して上述したように、放射線遮蔽機能を有するガラス材料、例えば鉛ガラス材料、が用いられる。

【0050】

図 1 に示した放射線検出器における配線基板 20 としては、例えば、この図 4 (a) ~ (c) に示した構成を有するガラス基板での貫通孔に導電路となる導電性部材を形成したものをを用いることができる。すなわち、このような構成のガラス基板において、その基板の形状及び貫通孔の個数、配置等を放射線検出器の構成に応じて設定する。そして、ガラス基板に設けられた貫通孔に導電路となる導電性部材を形成し、さらに、その各面にそれぞれ必要な電極及び配線からなる電気配線パターンを形成することにより、図 3 に示したような構成を有する配線基板が得られる。

【0051】

図 5 は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図であり、図 5 (a) は上面図、図 5 (b) は I-I 矢印断面図を示している。ここでは、配線基板 20 (図 3 (a) 及び (b) 参照) での導電路である導電性部材 21 の構成を示している。

【0052】

配線基板 20 には、複数個 (例えば、 $4 \times 4 = 16$ 個) の貫通孔 20c が 2 次元に配列され、それぞれ円形状の断面形状を有して形成されている。本構成例では、貫通孔 20c は、図 5 (b) に示すように、配線基板 20 の入力面 20a 及び出力面 20b に垂直な導電方向に対して、その中心線が所定角度で傾いて形成されている。具体的には、貫通孔 20c は、導電方向に直交する出力面 20b において、その平面での貫通孔 20c の断面開口 5b が入力面 20a での開口 5a の延長上にないように形成されている。これにより、貫通孔 20c は、信号入力面 20a から信号出力面 20b まで見通せない構成となっている。

【0053】

また、本構成例では、この貫通孔 20 c に対し、入力面 20 a と出力面 20 b との間を電氣的に導通する導電性部材 21 を、貫通孔 20 c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 20 c 内には、その内壁に導通部 21 c が形成されている。また、入力面 20 a 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する入力部 21 a が形成されている。また、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する出力部 21 b が形成されている。これらの導通部 21 c、入力部 21 a、及び出力部 21 b により、配線基板 20 での導電路となる導電性部材 21 が構成される。

【0054】

図 6 は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図であり、図 6 (a) は上面図、図 6 (b) は II-II 矢印断面図を示している。ここでは、配線基板 20 での導電路である導電性部材 21 の構成を示している。

【0055】

配線基板 20 には、複数個（例えば、 $4 \times 4 = 16$ 個）の貫通孔 20 c が 2 次元に配列され、それぞれ円形状の断面形状を有して形成されている。本構成例では、貫通孔 20 c は、図 6 (b) に示すように、配線基板 20 の入力面 20 a 及び出力面 20 b に垂直な導電方向に対して、その中心線が湾曲して形成されている。具体的には、貫通孔 20 c は、導電方向に直交し入力面 20 a と出力面 20 b との間の所定位置にある所定平面 20 d において、その平面での貫通孔 20 c の断面開口 5 d が入力面 20 a での開口 5 a の延長上にならないように形成されている。これにより、貫通孔 20 c は、信号入力面 20 a から信号出力面 20 b まで見通せない構成となっている。

【0056】

また、本構成例では、この貫通孔 20 c に対し、入力面 20 a と出力面 20 b との間を電氣的に導通する導電性部材 21 を、貫通孔 20 c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 20 c 内には、その内壁に導通部 21 c が形成されている。また、入力面 20 a 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する入力部 21 a が形成されている。また、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する出力部 21 b が形成されてい

る。これらの導通部 21c、入力部 21a、及び出力部 21bにより、配線基板 20での導電路となる導電性部材 21が構成される。

【0057】

図7は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図であり、図7(a)は上面図、図7(b)はIII-III矢印断面図を示している。ここでは、配線基板20での導電路である導電性部材21の構成を示している。なお、本構成例での貫通孔20cの構成については、図5(a)及び(b)に示した構成と同様である。

【0058】

また、本構成例では、この貫通孔20cに対し、入力面20aと出力面20bとの間を電氣的に導通する導電性部材21を、貫通孔20cの内部に充填された部材として設けている。すなわち、貫通孔20c内には、その内部に導通部21cが充填されている。また、入力面20a上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する入力部21aが形成されている。また、出力面20b上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する出力部21bが形成されている。これらの導通部21c、入力部21a、及び出力部21bにより、配線基板20での導電路となる導電性部材21が構成される。

【0059】

図8は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図であり、図8(a)は上面図、図8(b)はIV-IV矢印断面図を示している。ここでは、配線基板20での導電路である導電性部材21の構成を示している。なお、本構成例での貫通孔20cの構成については、図6(a)及び(b)に示した構成と同様である。

【0060】

また、本構成例では、この貫通孔20cに対し、入力面20aと出力面20bとの間を電氣的に導通する導電性部材21を、貫通孔20cの内部に充填された部材として設けている。すなわち、貫通孔20c内には、その内部に導電部21cが充填されている。また、入力面20a上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する入力部21aが形成されている。また、出力面20b上で貫

穿孔 20c の外周部には、導通部 21c と連続する出力部 21b が形成されている。これらの導通部 21c、入力部 21a、及び出力部 21b により、配線基板 20 での導電路となる導電性部材 21 が構成される。

【0061】

複数の貫通孔を有するガラス基板に導電路として形成される導電性部材としては、例えば、これらの図 5～図 8 に示した構成を用いることができる。なお、配線基板となるガラス基板における導電路の配置については、放射線検出器の構成に応じて設定することが好ましい。そのような構成としては、例えば、複数の貫通孔のうち、導電路が必要な位置にある貫通孔をマスク等によって選択して導電性部材を形成する構成がある。あるいは、導電路が必要な位置のみに選択的に貫通孔を設けておく構成としても良い。

【0062】

なお、配線基板に用いられるガラス基板については、図 4 に示した構成に限らず、他の構成を用いても良い。例えば、図 4 においては、それぞれ貫通孔を有する複数のガラス部材を一体形成してマルチチャンネル部材とし、さらに、複数のマルチチャンネル部材を一体形成してキャピラリー基板としている。これに対して、複数のガラス部材から直接キャピラリー基板を一体形成しても良い。また、個々のガラス部材やマルチチャンネル部材の形状及び配列、各部材での貫通孔の有無または配列等については、導電路の配置に応じて適宜好適な構成を用いることが好ましい。また、貫通孔の構成については、その断面形状を円形状以外の多角形状、例えば 4 角形状、としても良い。

【0063】

次に、図 1 に示した配線基板、及び放射線検出器の製造方法について、その具体的な構成例とともに概略的に説明する。

【0064】

まず、鉛ガラスなどの放射線遮蔽機能を有するガラス材料からなり、上記のように入力面から出力面まで見通せない構成の貫通孔が所定位置に形成されたガラス基板を用意する。そして、その貫通孔に導電路となる導電性部材を形成し、さらに、入力面及び出力面となる両面にそれぞれ必要な電極及び配線を有する電気

配線パターンを形成して、配線基板部 2 に用いられる配線基板 20 を作製する。

【0065】

具体的には、配線基板部 2 での配線基板について、ガラス基板に設けられた貫通孔 20c に対して、導通部 21c、入力部 21a、及び出力部 21b からなる導電性部材 21 を形成するとともに、その入力面 20a 上に電極パッド 22 及び配線 23 を、また、出力面 20b 上に電極パッド 24、29 及び配線 25 を形成して、配線基板 20 とする。

【0066】

ガラス基板に形成する上記した導電性部材及び電気配線パターンとしては、例えば、窒化チタン (TiN)、ニッケル (Ni)、アルミニウム (Al)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、あるいはそれらの合金からなる導電性金属層によって形成することができる。このような金属層は、単一の金属層であっても良く、複合膜あるいは積層膜であっても良い。また、その具体的な形成方法としては、ガラス基板に対して所望パターンのマスクを設け、蒸着 (物理蒸着 (PVD) 法、化学蒸着 (CVD) 法)、メッキ、スパッタなどの方法によって金属膜を形成した後、マスクを除去する方法を用いることができる。なお、必要があれば、配線基板 20 にさらにバンプ電極を形成する場合もある。

【0067】

配線基板 20 からなる配線基板部 2 を作製したら、バンプ電極 31 が形成された信号処理素子 30 の IC チップを、配線基板 20 の出力面 20b 上に設けられた電極パッド 24 に対してアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。また、バンプ電極 17 が形成された PD アレイ 15 を、配線基板 20 の入力面 20a 上に設けられた電極パッド 22 に対してアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。

【0068】

バンプ電極 31、17 を形成するバンプ材料としては、例えば、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、半田、導電性フィラーを含む樹脂、あるいはそれらの複合材料を用いることができる。また、バンプ電極と、その下の電極パッドとの間に、アンダーバンプメタル (UBM) を介在させても良い。

【0069】

続いて、バンプ電極44が形成されたハウジング40を、配線基板20の出力面20b上に設けられた電極パッド29に対してアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。以上により、ハウジング40に設けられたリード43を介した外部回路との信号の入出力動作が可能となる。さらに、PDアレイ15の光入射面15a上に、光学接着剤11を介してシンチレータ10を実装することにより、図1に示した放射線検出器が得られる。

【0070】

ここで、放射線検出部1において半導体光検出素子アレイとして設けられているPDアレイ15については、フォトダイオードが光入射面（表面）15aに形成されている表面入射型のものを用いても良く、あるいは、フォトダイオードが信号出力面（裏面）15bに形成されている裏面入射型のものを用いても良い。また、光検出素子であるフォトダイオードの個数や配列等についても、適宜設定して良い。

【0071】

また、フォトダイオードからの検出信号を出力面15bから出力する構成については、PDアレイの具体的な構成に応じて、例えば、出力面15b上に形成された配線パターンによる構成や、PDアレイ15内に形成された貫通電極による構成などを用いることができる。

【0072】

また、図1に示した放射線検出器では、放射線検出部1の構成として、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータ10と、シンチレータ10からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード16が設けられたPDアレイ15とを有する構成を用いている。このような構成は、入射されたX線などの放射線をシンチレータ10によって所定波長の光（例えば、可視光）に変換した後にSi-PDアレイなどの半導体光検出素子で検出する間接検出型の構成である。

【0073】

あるいは、放射線検出部として、シンチレータを設けず、入射された放射線を検出する半導体検出素子を有する構成を用いることも可能である。このような構成は、入射されたX線などの放射線をCdTeなどからなる半導体検出素子で検出する直接検出型の構成である。これは、例えば、図1の構成において、シンチレータ10を除くとともに、PDアレイ15を半導体検出素子アレイに置き換えた構成に相当する。

【0074】

また、配線基板部2と放射線検出部1との接続、及び配線基板部2と信号処理部3との接続等については、上記実施形態のように、バンプ電極を介した電気的な接続によるダイレクトボンディング方式を用いることが好ましい。このような金属バンプ電極を電気的接続手段として用いることにより、各部を好適に電気的に接続することができる。

【0075】

あるいは、このようなバンプ電極を用いた構成以外にも、バンプ電極による接続後にアンダーフィル樹脂を充填する構成や、異方性導電性フィルム（ACF）方式、異方性導電性ペースト（ACP）方式、非導電性ペースト（NCP）方式による構成などを用いても良い。また、それぞれの基板については、必要に応じて、電極パッドを開口させた状態で絶縁性物質からなるパッシベーション膜を形成しても良い。

【0076】

【発明の効果】

本発明による配線基板、及びそれを用いた放射線検出器は、以上詳細に説明したように、次のような効果を得る。すなわち、放射線検出器での放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続などに用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成するとともに、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔を、所定平面での開口が信号入力面での開口の延長上になく、したがって、信号入力面に直交する導電方向からみて、信号入力面から信号出力面まで貫通孔が見通せないようにする構成によれば、ガラス基板に貫通孔が設けられた部位であっても、導電方向からみたときに、信号入力面から信号出力面までのい

ずれかの位置において、放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在することとなる。これにより、放射線の透過が全体で抑制される配線基板が実現される。

【0077】

また、このような構成の配線基板を配線基板部に適用した放射線検出器によれば、配線基板部のいずれの部位でも、信号入力面から信号出力面までの少なくとも一部において放射線遮蔽機能を有するガラス材料が存在する。これにより、放射線の透過が全体で抑制されて、放射線ダメージによる信頼性や寿命の劣化が抑制される放射線検出器が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

配線基板、及びそれを用いた放射線検出器の一実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【図2】

図1に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

【図3】

配線基板の（a）信号入力面、及び（b）信号出力面の構成を示す平面図である。

【図4】

複数の貫通孔が設けられたガラス基板の一例を示す図である。

【図5】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図である。

【図6】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図である。

【図7】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図である。

【図8】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図である。

【符号の説明】

1…放射線検出部、10…シンチレータ、10a…放射線入射面、10b…光

出射面、11…光学接着剤、15…フォトダイオードアレイ（半導体光検出素子アレイ）、15a…光入射面、15b…信号出力面、16…フォトダイオード、17…バンプ電極、

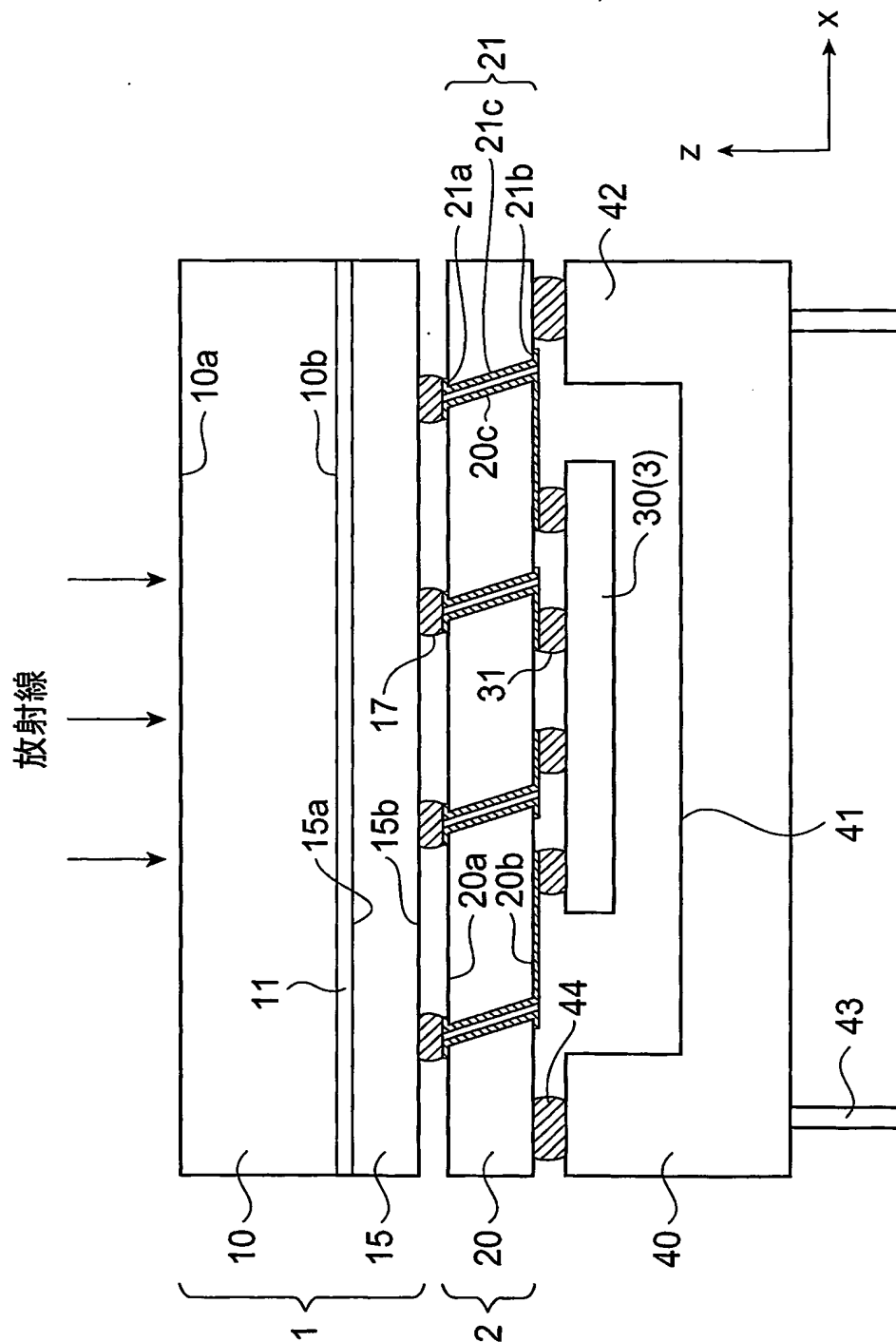
2…配線基板部、20…配線基板、20a…信号入力面、20b…信号出力面、20c…貫通孔、21…導電性部材（導電路）、21a…入力部、21b…出力部、21c…導通部、22…電極パッド、23…配線、24…電極パッド、25…配線、29…電極パッド、

3…信号処理部、30…信号処理素子、31…バンプ電極、40…ハウジング、41…素子収容部、42…支持部、43…リード、44…バンプ電極。

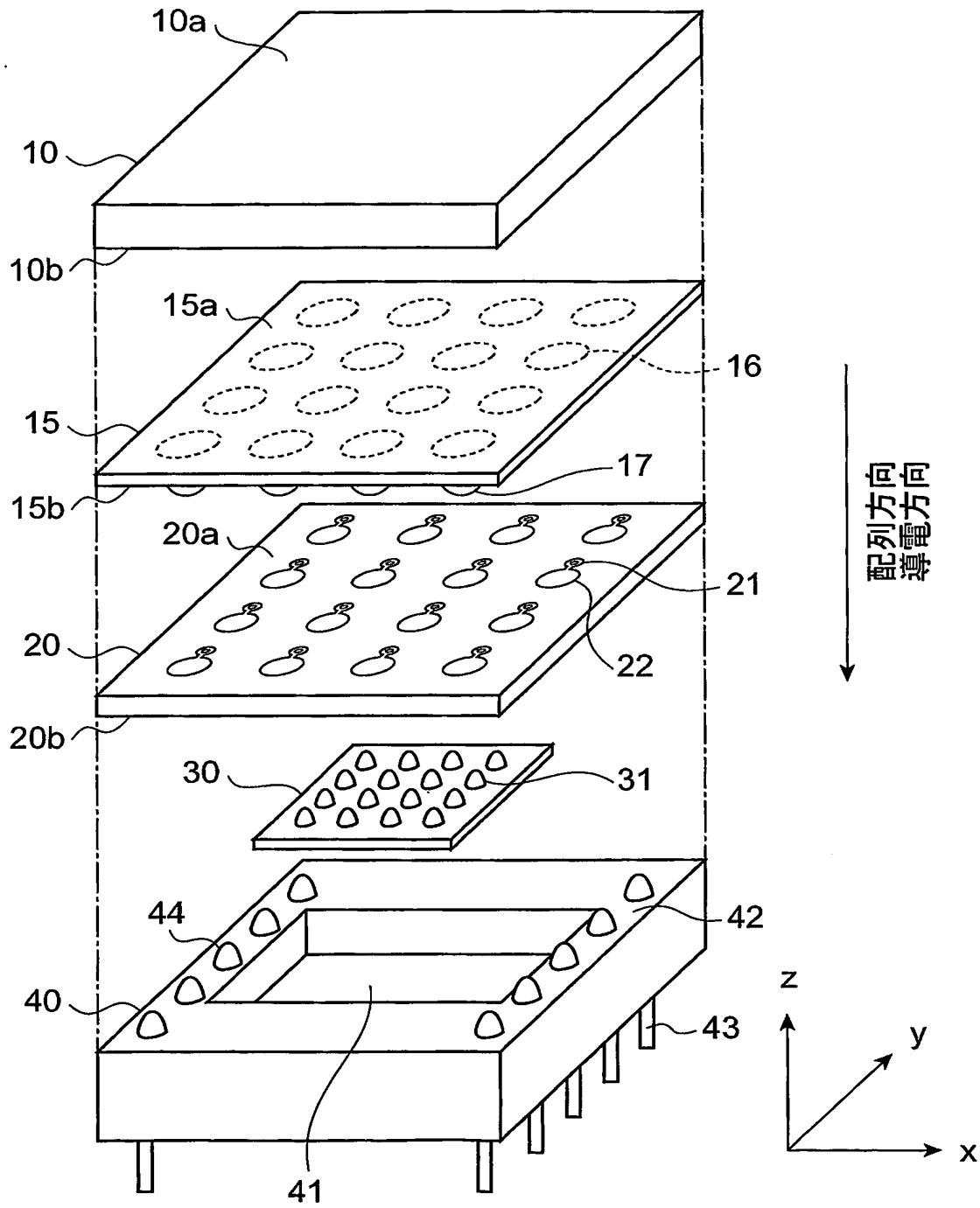
【書類名】

凶面

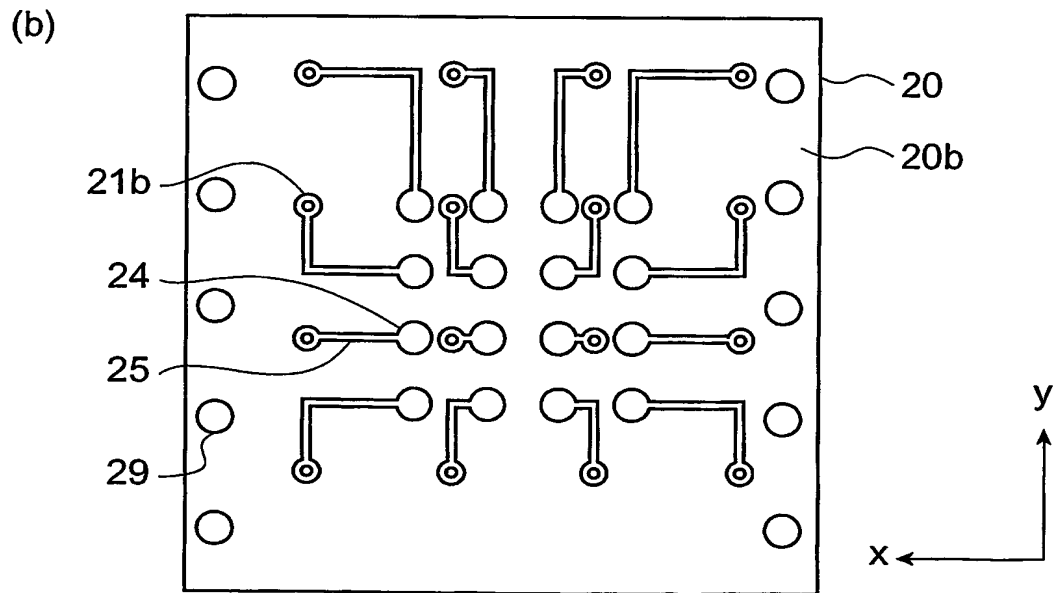
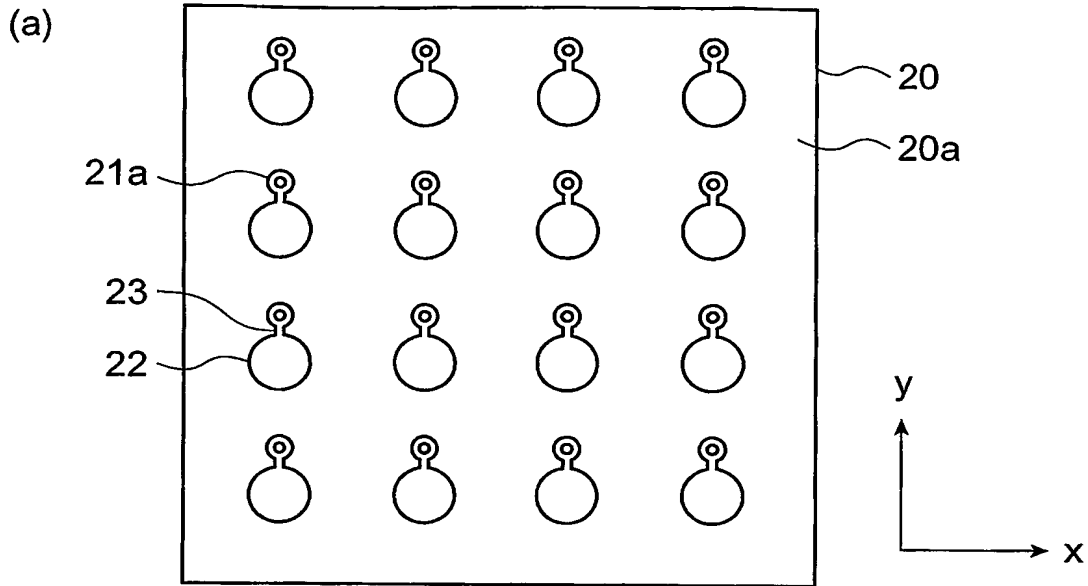
【図 1】



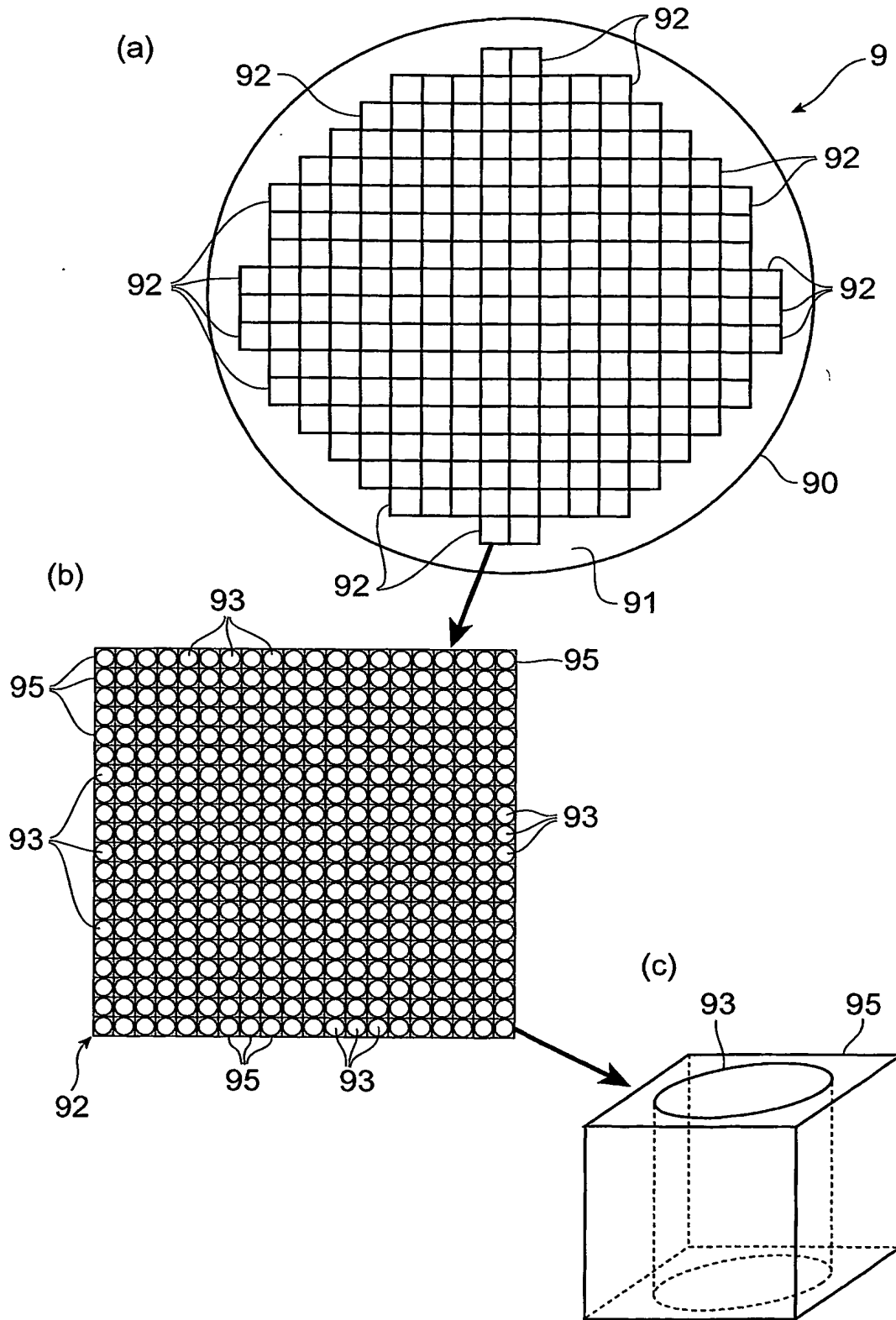
【図 2】



【図 3】

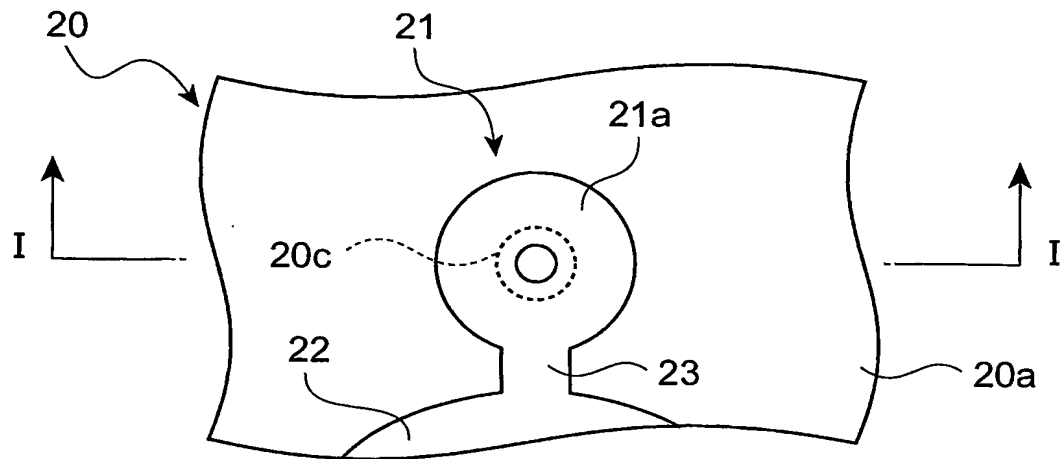


【図 4】

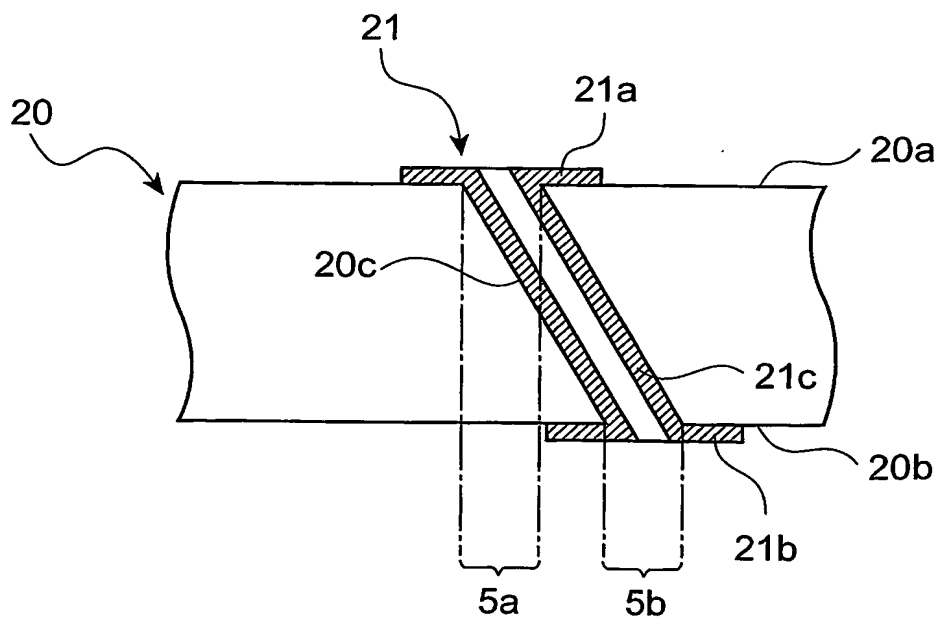


【図 5】

(a)

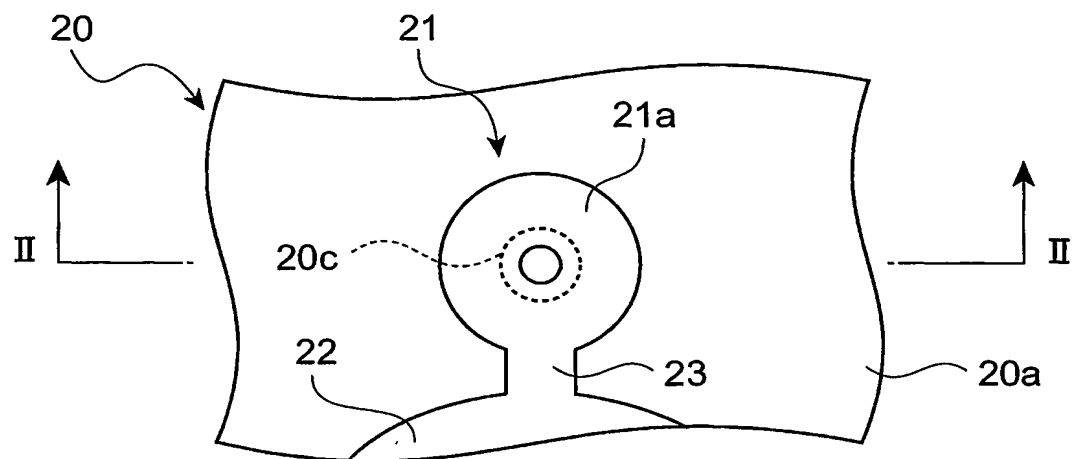


(b)

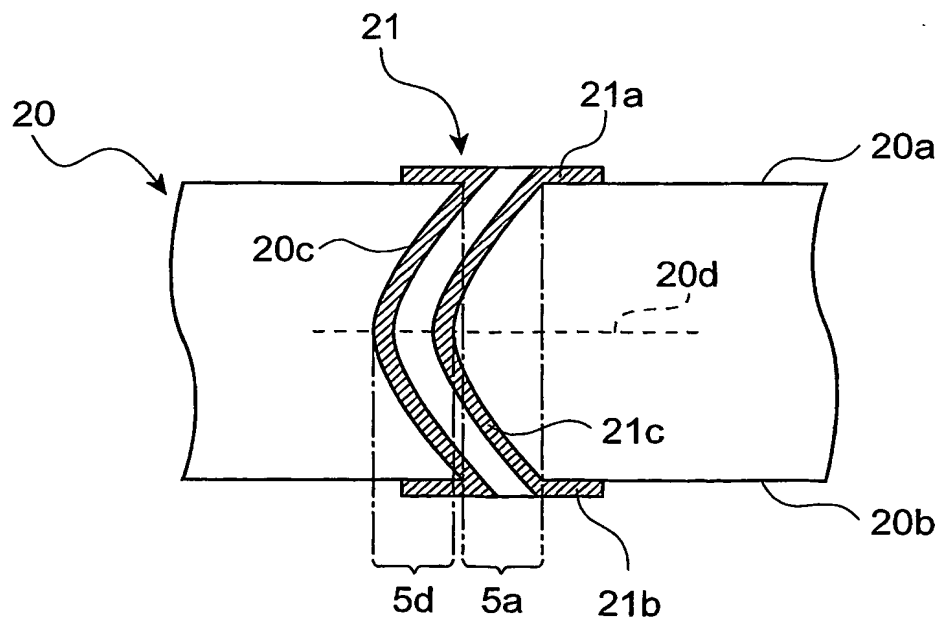


【図 6】

(a)

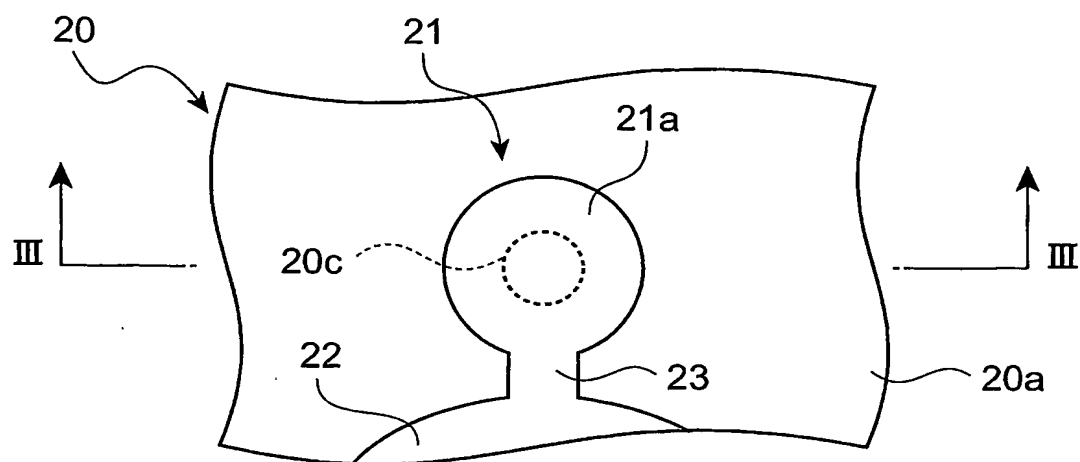


(b)

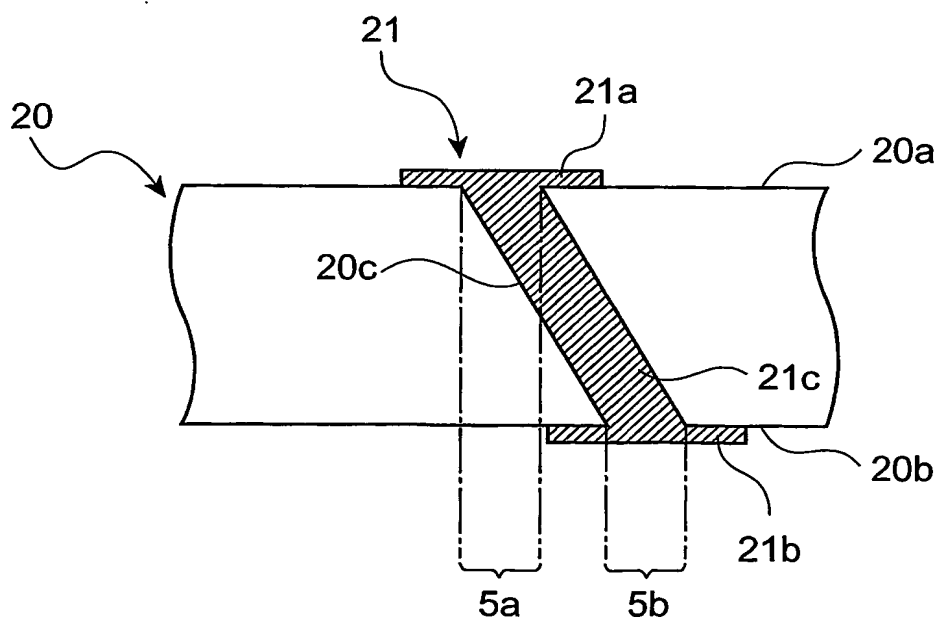


【図 7】

(a)

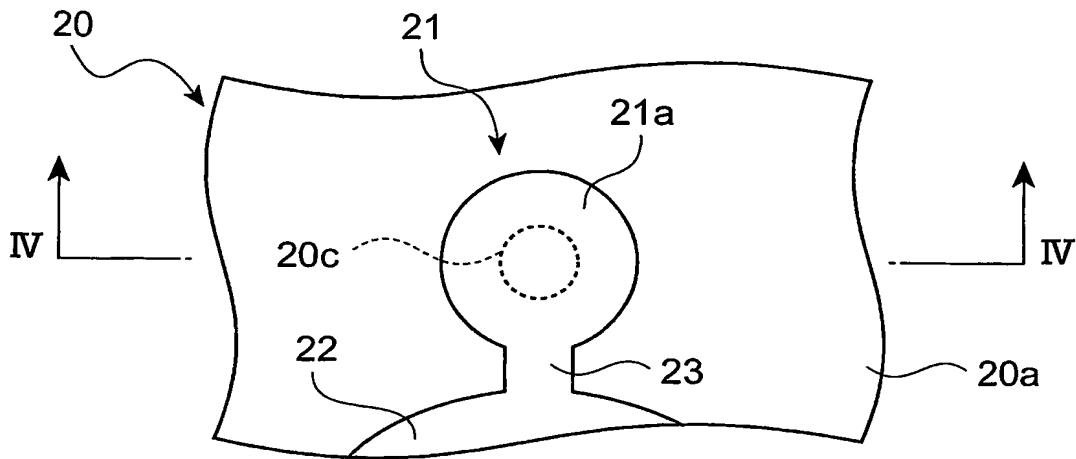


(b)

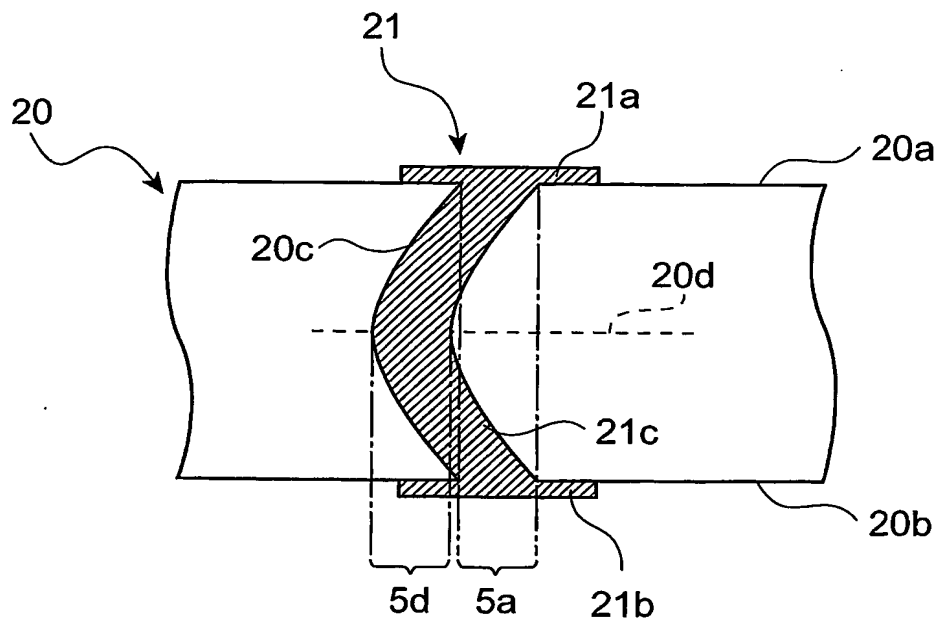


【図 8】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射線の透過が抑制される配線基板、及びそれを用いた放射線検出器を提供する。

【解決手段】 シンチレータ 10 及び P D アレイ 15 から構成された放射線検出部 1 と、P D アレイ 15 から出力された検出信号を処理する信号処理素子 30 との間に、検出信号を導く導電路となる導電性部材 21 が貫通孔 20 c に設けられた配線基板 20 を有する配線基板部 2 を設置する。そして、配線基板 20 の貫通孔 20 c は、入力面 20 a から出力面 20 b へと向かう導電方向に直交する所定平面について、その平面における貫通孔 20 c の開口が、入力面 20 a における貫通孔 20 c の開口の導電方向への延長上になく、入力面 20 a から出力面 20 b まで貫通孔 20 c が見通せないように形成されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 0 2 5 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社